

### Am Scheideweg

Der Klimawandel wird Billionen kosten, doch emittiert wird wie nie zuvor

**Kaum ein seriöser Wissenschaftler bezweifelt mehr den Klimawandel und seine menschengemachten Ursachen. Die Politiker gehen zunehmend darauf ein - zumindest in ihren Sonntagsreden. Praktisch ändert sich aber nur selten etwas, und so steigen die Emissionen fröhlich weiter, was uns bald teuer zu stehen kommen könnte. »**

#### kurz&knapp

2006 fünftwärmstes Jahr seit Aufzeichnungsbeginn

Genaueres Klimamodell für Deutschland erstellt

EU legt düstere Warnung vor

Deutsche Haushalte verbrauchen zu viel Energie und Fläche

#### DenkMal

Was passierte am 22. Januar 1943 in Spearfish, South Dakota?

- a) Absturz eines Meteoriten
- b) Schnellster je gemessener Temperaturanstieg
- c) Fund des größten Goldnuggets aller Zeiten
- d) Entdeckung des ersten kompletten T. - rex-Skeletts

#### Antwort

#### Klimapolitik

##### Beispiellose Erderwärmung im Gange

UN-Klimarat schlägt Alarm



Bis zum Ende des Jahrhunderts droht der Erde eine beispiellose Klimaerwärmung um bis zu 6,4 Grad Celsius im... »

#### Angemerkt!

##### Vom Teufel und dem Beelzebuben

Daniel Lingenhöhl kommentiert, warum Biodiesel keine "grüne" Alternative ist



Die Polkappen schmelzen, der Winter bleibt aus, das Meer erwärmt sich - allüberall mehren sich die Menetekel des... »

#### Tipp

##### Newsletter von wissenschaft-online

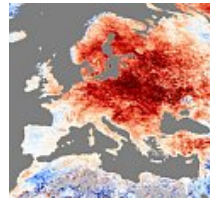
Newsletter  
Aktuell + kostenlos

Möchten Sie bequem per E-Mail über die aktuellen Artikel aus spektrumdirekt informiert werden?

Dann empfehlen wir den kostenlosen Newsletter-Service von wissenschaft-online. Dieser enthält neben der Übersicht unserer Beiträge auch noch weitere interessante Hinweise in Sachen Wissenschaft.

### Handeln oder wandeln?

Verschiedene Strategien gegen den Klimawandel in der Diskussion



Nun ist es also amtlich: Der Mensch verursacht mit höchster Wahrscheinlichkeit die Erderwärmung - natürliche Quellen betrachtet die Wissenschaft allenfalls als untergeordnet. Doch wie soll die Menschheit darauf reagieren? Scharfe Bremse bei den Emissionen oder lieber Anpassung an das Unvermeidliche? "Beides" muss wohl die Antwort lauten, aber wie? »

### "Bis zur eisfreien Arktis ist es nur eine Frage der Zeit"

Ein Gespräch mit dem Klimaforscher Peter Lemke



Der 4. Klimareport der Vereinten Nationen liefert die aktuellen Prognosen zum globalen Klimawandel. Klimaforscher Peter Lemke vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven erklärt, was wir von der Zukunft zu erwarten haben - und wie wir den Entwicklungen vielleicht noch entgegenwirken können. »

### Im Bauch des Klimamodells

Wie aus mathematischen Gleichungen Zukunftsprognosen werden



Klimasimulationen, Klimamodelle - immer wenn es um die globale Erwärmung geht, fallen diese Begriffe. Sie klingen manchmal fast wie Magie. In Wirklichkeit aber steckt bloß eine raffinierte Software dahinter. »

#### Rezension

##### Die Wende ist machbar

Über "Wir Wettermacher" von Tim Flannery



Auch wenn der lange Winter scheinbar das Gegenteil bezeugt: Der Klimawandel ist in vollem Gange. Dürre am Amazonas, Jahrhundertfluten in Deutschland, Monsterstürme in der Karibik, schwindende Gletscher und global steigende Temperaturen - überall häufen sich die Katastrophen, weil der Mensch der Atmosphäre einheizt. Doch klimafreundliche Lösungen sind möglich. »

## Am Scheideweg

Der Klimawandel wird Billionen kosten, doch emittiert wird wie nie zuvor

**Kaum ein seriöser Wissenschaftler bezweifelt mehr den Klimawandel und seine menschengemachten Ursachen. Die Politiker gehen zunehmend darauf ein - zumindest in ihren Sonntagsreden. Praktisch ändert sich aber nur selten etwas, und so steigen die Emissionen fröhlich weiter, was uns bald teuer zu stehen kommen könnte.**

Vielleicht gehen einmal die 1990er Jahre in die Chroniken der Erde als jene Zeit ein, in der die Menschheit dem Klima eine kurze Atempause bescherte. Während des vergangenen Jahrzehnts sanken weltweit die gesamten Emissionen von Kohlendioxid, Methan, FCKW und anderen treibhausrelevanten Gasen um 5,6 Prozent. Zu "verdanken" hatte dies der Planet und die Weltgemeinschaft allerdings nicht effektiven Sparmaßnahmen, sondern dem Zusammenbruch des Ostblocks, wie Zahlen des Klimarahmensekretariats der Vereinten Nationen (UNFCCC) darlegen [1]. Das Ende der sozialistischen Planwirtschaft ließ von Ostdeutschland bis Russland reihenweise ineffiziente Schwerindustrien Pleite gehen, die vorher wahre Dreckschleudern waren.

Ihr Verschwinden zusammen mit wirksameren Kraftwerksneubauten, verbesserter Wärmedämmung in Wohnhäusern und generell niedriger Industrieproduktion senkten den Ausstoß von Klimagasen beispielsweise in Russland um 32 Prozent, in Estland, der Ukraine und Lettland um mehr als 50 und in Litauen sogar um mehr als 60 Prozent. Auch Deutschland profitierte von dieser Art der Luftreinhaltung, denn die zwischen 1990 und 2004 um insgesamt 17,2 Prozent verminderten Emissionen gehen vor allem auf die Umwälzungen in Ostdeutschland zurück. Damit kommt die Bundesrepublik ihrem im Rahmen des Kyoto-Protokolls selbstgesteckten Ziel nahe, bis 2012 ihre Schadstofffrachten um mehr als ein Fünftel im Vergleich zum Jahr 1990 zu senken. Ähnlich erfolgreich können sich unter den großen Industrienationen nur noch Großbritannien (minus 14,3 Prozent), Schweden (minus 3,5 Prozent) und mit deutlichen Abstrichen Frankreich (minus 0,8 Prozent) brüsten.

Wie das UNFCCC jedoch weiter enthüllt, sind diese Tendenzen mitunter trügerisch. Denn seit dem Start des neuen Jahrtausends steigen die Emissionen wieder - und zwar weltweit zum Teil kräftig und nur mit sehr wenigen Ausnahmen. Im Zeitraum von 2000 bis 2004 nahmen die Luftschadstoffe in 41 Industrienationen wieder um 2,4 Prozent zu, ohne dass darin schon die aufstrebenden Schwellenländer China, Indien, Brasilien oder Südafrika berücksichtigt sind. Ihre boomende Wirtschaft und zunehmender Wohlstand breiterer Bevölkerungsschichten schürt den Anstieg der Kohlendioxidwerte zusätzlich an. Auch im Osten Europas nimmt die Ökonomie Fahrt auf, was Rumänien, Bulgarien, Ungarn oder Russland seit der Jahrtausendwende wieder deutliche Emissionszuwächse beschert.

### Nur kurze Atempause?

Während den meisten der ehemals sozialistischen Staaten dies jedoch vom Kyoto-Abkommen wegen des wirtschaftlichen Nachholbedarfs zugebilligt wird, sollten Länder wie Österreich, Japan oder Italien bestimmte Reduktionsziele erfüllen. Das Gegenteil ist der Fall: Während sich zum Beispiel in der Alpenrepublik bis 2012 acht Prozent weniger Treibhausgase in die Atmosphäre verflüchtigen sollten, standen Ende 2004 mehr als zwölf Prozent Plus auf dem Konto. Dennoch verlangsamten sich in den westlichen Industrieländern die Zuwachsraten im Vergleich zum letzten Jahrzehnt, sodass sich offenbar Wirtschafts- und Emissionenwachstum entkoppeln. Besonders erfolgreich auf diesem Gebiet ist Island, das dank vorteilhafter geotektonischer Ausstattung die ohnehin geringen Werte um mehr als ein weiteres Zehntel senken konnte: Das Land setzt auf CO<sub>2</sub>-freie Energie aus Geothermalquellen.

Auch Deutschland (minus 0,7) und Großbritannien (minus 1 Prozent) werden laut den Daten weiterhin ihrer Musterknabenrolle gerecht, doch spiegeln hier die deutlich niedrigeren Rückgangsraten den wirtschaftlichen Aufschwung wider. Am meisten Sorge bereitet den Experten der Verkehrssektor, der im Gegensatz zu Industrie und den verschiedenen Formen der Energieerzeugung weiter ungebremst expandiert. Speziell die Luftfahrt und der Autoverkehr legen überproportional stark zu und tragen in immer größerem Umfang zum Klimawandel bei. Alle Effizienzsteigerungen der Motoren werden vom Trend zu häufigeren Fahrten und größeren Limousinen aufgeessen - gerade in den USA, dem größtem Energieverbraucher weltweit, der sich ohnehin dem Kyoto-Protokoll verweigert und ein Viertel des globalen Schadstoffausstoßes verantwortet.

Um aber den sich bereits in vollem Gange befindlichen Klimawandel - belegt durch unzählige Beispiele wie schmelzende Gletscher, steigende Temperaturen oder wandernde Tier- und Pflanzenarten - überhaupt noch in verträglichem Rahmen zu halten, müssten die Emissionen bis 2050 weltweit auf ein Viertel des heutigen Werts sinken. Ansonsten drohen bei Temperaturanstiegen von bis zu 5 Grad Celsius nicht nur große ökologische Schäden, sondern auch immense volkswirtschaftliche Kosten, wie eine Studie unter Leitung des früheren Weltbank-Chefökonom und heutigen Beraters der britischen Regierung, Nicholas Stern, warnt [2]. Um bis zu zwanzig Prozent könnte die Wirtschaft weltweit schrumpfen, müssten alle Kosten und Risiken durch die

klimatischen Veränderungen gedeckt werden - ein Verlust, der von Stern mit der Weltwirtschaftskrise der 1930er Jahre verglichen wird. Der britische Premier Tony Blair bezeichnet den Bericht daher gegenüber der englischen Zeitung *The Sun* als "den wichtigsten Report, den ich je während meiner Amtszeit bekommen habe".

### **Weltwirtschaftskrise wie seit 1930 nicht mehr?**

Werde nichts unternommen, so Stern, könnten bis zu 100 Millionen Menschen durch den steigenden Meeresspiegel aus ihrer Heimat vertrieben werden, sinkende Wasservorräte durch schmelzende Gletscher in den Anden oder im Himalaja betreffen ein Sechstel der Weltbevölkerung und häufigere Dürren bedrohten ebenfalls große Bevölkerungsgruppen in Nordchina, Teilen Indiens, im Nordosten Brasiliens und sogar im Süden Europas. Zusätzlich stünden bis zu vierzig Prozent der Pflanzen- und Tierarten vor dem globalen Exitus, da sie mit den veränderten ökologischen Bedingungen und dem zusätzlichen Bevölkerungsdruck der Menschen nicht zurecht kämen.

Stern kalkuliert jedoch, dass bereits ein Prozent des jährlichen Bruttosozialprodukts der Weltgemeinschaft ausreichen würde, um geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten. Ziel müsse es jedoch vor allem sein, Staaten wie die USA, Indien oder China endlich in das Kyoto-Protokoll oder ähnlich geartete Abkommen zu bringen, denn ohne Mitarbeit dieser Länder seien alle Bemühungen zum Scheitern verurteilt. Neben technischen Lösungen gelte es zudem weltweit die Wälder zu schützen, da durch ihre Brandrodung CO<sub>2</sub> freigesetzt wird und sie nach Umwandlung als entsprechende Kohlenstoff-Senke ausfallen - Nationen wie Brasilien, Costa Rica und Papua-Neuguinea wollen dazu demnächst auch für sie finanziell lukrative Vorschläge machen.

In den Vereinigten Staaten scheint sich dagegen wenigstens auf bundesstaatlicher Ebene ein Umdenken durchzusetzen, wie verschiedene, teils drastische gesetzliche Bestimmungen durch den kalifornischen Gouverneur Arnold Schwarzenegger andeuten. Bis spätestens 2020 sollen in Kalifornien die Emissionen auf den Stand von 1990 zurückgefahren worden sein. Gleichzeitig wird ein gemeinsamer Emissionshandel mit einigen Ostküstenstaaten angestrebt, der später mit jenem der Europäischen Union verknüpft werden könnte. An der Spitze des Landes ist dieser Prozess allerdings noch nicht angekommen: Gerade einmal drei Milliarden Dollar investiert Washington jährlich in die Energieforschung, wie die *New York Times* zu berichten weiß - vor 25 Jahren war es doppelt so viel.

Immerhin sicherte George W. Bush zu, dass diese Summe im nächsten Jahr auf 4,2 Milliarden Dollar steigen solle - im Vergleich dazu erhält die medizinische Forschung 28 Milliarden und die militärische 75 Milliarden Dollar, was einer Steigerung um 260 Prozent seit 1979 entspricht. Der amerikanische Präsident verteidigt übrigens seine zurückhaltende Politik gegenüber effizienten Energiesparmaßnahmen stets mit dem Argument, da ließe sich nichts Einschneidendes unternehmen, denn es würde nur der amerikanischen Industrie schaden. Laut Nicholas Stern wiederum könnten gezielte Investitionen in den Klimaschutz der Weltwirtschaft sogar helfen: in Form eines Profits von 2,5 Billionen Dollar bis 2050.

### **Daniel Lingenhöhl**

#### **Quellen:**

- [1] [UNFCCC Greenhouse Gas Data Report 2006 \(PDF\)](#)
- [2] [Stern Review on the Economics of Climate Change](#)

## Handeln oder wandeln?

Verschiedene Strategien gegen den Klimawandel in der Diskussion

**Nun ist es also amtlich: Der Mensch verursacht mit höchster Wahrscheinlichkeit die Erderwärmung - natürliche Quellen betrachtet die Wissenschaft allenfalls als untergeordnet. Doch wie soll die Menschheit darauf reagieren? Scharfe Bremse bei den Emissionen oder lieber Anpassung an das Unvermeidliche? "Beides" muss wohl die Antwort lauten, aber wie?**

In der Theorie sieht alles ganz einfach aus: China benötigt für seine rasant wachsende Wirtschaft mehr Energie und baut aus diesem Anlass ein Kraftwerk. Nun stehen Land, Staatsapparat und Investoren vor der Wahl, entweder ein billiges, aber relativ ineffizientes Kohlekraftwerk zu bauen, das als klimafeindliche Kohlendioxidschleuder die Welt wieder ein Stückchen näher an den Abgrund rückt. Oder aber sie entscheiden sich für eine moderne Verstromung auf Gasbasis mit neuester Technologie, die relativ sauber produziert, dafür aber deutlich teurer ist.

Angesichts des molochartigen Energiehunger Chinas bei gleichzeitig knapp bemessener Kassenlage fiele die Entscheidung pro schmutzige Kohle wohl leicht. Seit 2003 existiert allerdings - im Rahmen des Kyoto-Protokolls - der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (*Clean Development Mechanism*, kurz CDM), mit dem klimaschädigende Schadstoffe marktwirtschaftlich beschränkt werden sollen. China baut deshalb anstelle des Kohle- ein Gaskraftwerk, lässt sich die eingesparten Emissionen zertifizieren und verkauft sie als so genanntes CDM-Guthaben an einen Kyoto-Vertragspartner, der sich diesen erworbenen Bonus wiederum auf seines eigenes Reduktionsziel anrechnen lassen kann. Am Ende steht ein Gewinn für alle Seiten, denn es ist einfacher und billiger, eine CO<sub>2</sub>-extensive Energiewirtschaft in einer aufstrebenden Nation zu etablieren, als für teures Geld funktionsfähige Anlagen in Industriestaaten umzurüsten oder zu ersetzen.

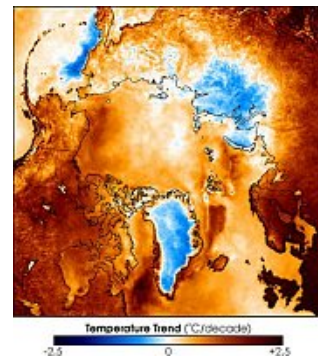
CDM ergänzt perfekt den Emissionshandel, den die Europäische Union innerhalb ihrer Grenzen seit 2005 praktiziert, um ebenfalls über marktwirtschaftliche Regelungen und fortschreitend künstlich verknappte Emissionsrechte ihren Kohlendioxid-Ausstoß in den Griff zu bekommen. Stößt einer der teilnehmenden Industriebetriebe mehr CO<sub>2</sub> aus, als ihm laut seinen Rechten zustünde, muss er diese Kapazitäten auf dem Zertifikate-Markt von sparsameren Firmen erwerben - Zusatzkosten für die einen, Zubrot für die anderen. Seit 2006 dürfen auf Initiative Großbritanniens auch CDM-Guthaben bis zu zwei Dritteln auf die Einsparungsvorgaben angerechnet werden, sodass die Firmen für das gleiche Geld statt eher minimalen Reduktionen im Binnenland nun deutlich größere in Schwellenländern erzielen können.

Funktioniert aber auch praktisch, was sich auf dem Papier gut anhört? Unter Experten wie Michael Wara von der Universität Stanford besteht Einigkeit, dass CDM in relativ kurzer Zeit viele Teilnehmer gefunden hat und dabei erfreulicherweise große Staaten wie China und Indien einbinden konnte, die nicht aktiv das Kyoto-Protokoll stützen [1]. Und immerhin gelang es, nennenswerte Mengen an Kohlendioxid und anderer aufheizender Gase wie Methan, Stickoxide oder Fluorkohlenwasserstoffe zu verhindern und aktiv zu reduzieren - wenngleich sich die jährlich rund 280 Millionen Tonnen Einsparung winzig gegen die 26 Milliarden Tonnen Gesamtausstoß ausnehmen.

Dennoch ist Wara bei einem detaillierteren Blick auf die Mechanismen nicht zufrieden mit den Resultaten - mehr noch, er spricht sogar von einem Versagen. Statt einer CO<sub>2</sub>-freien oder -reduzierten Energiewirtschaft die Bahn zu bereiten, geht ein guter Teil der Aufwendungen zum Beispiel in die Vermeidung des Industriegases HFC-23 (Trifluormethan), von dem eine Tonne so klimaschädlich ist wie 11 700 Tonnen Kohlendioxid. Die Krux ist, dass immer in Kohlendioxid-Äquivalenten abgerechnet wird: Firmen, die bei der Produktion von Kühlmitteln als Nebenprodukt auch HFC-23 erzeugen, machen also satte Gewinne, wenn sie sich deren - vergleichsweise billige - Zerstörung bezahlen lassen. Nach Waras Berechnungen verdienen sie dabei über CDM mit etwa 4,7 Milliarden Dollar das Doppelte von dem, was sie mit ihrem eigentlichen Erzeugnis, den Kühlmitteln, erzielen könnten.

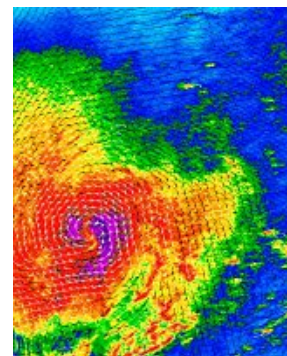
Für rund hundert Millionen Dollar ließen sich allerdings effektive technische Vorrichtungen in die Produktionsanlagen einbauen, mit denen das Gas gar nicht erst entstünde. Satte 4,6 Milliarden Dollar würden dadurch frei für tatsächlichen Klimaschutz durch den Bau neuer Windenergieanlagen oder von Gaskraftwerken - wenn dies politisch gewollt wäre. Wara schlägt deshalb vor, CDM zu einem reinen Kohlendioxid-Markt zu machen und die anderen fünf beteiligten Gase in einem eigenen Segment unterzubringen, was nach 2012 unter einem neuen Kyoto-Abkommen machbar wäre. Zudem macht es keinen Sinn, nur die potenziell vermiedenen Emissionen zu belohnen, ohne dass der schon vorhandene Sockel an tatsächlich erzeugten Gasen angetastet wird. Deshalb, so Wara, müsste im nächsten CDM mehr in neue Technologien für eine wirklich kohlendioxidarme Energiewirtschaft investiert und diese Errungenschaften anschließend mit den Schwellenländern geteilt werden.

Selbst bei einem sofortigen Stopp aller Atmosphärenverschmutzungen ließe sich jedoch



Nirgendwo macht sich der Klimawandel ähnlich stark bemerkbar wie in der Arktis, die sich schneller erwärmt als der Rest des Planeten. Für die Menschen dort heißt es schon jetzt "wandeln oder weichen", wenn der Permafrost taut, die Küsten bröckeln und das Eis schwindet.

© Nasa



Taifun Haitang zog im Juli 2005 mit Spitzenwindgeschwindigkeiten von bis zu 105 Knoten über den Pazifik in Richtung China und Taiwan. Wirbelstürme wie dieser bringen heftigen Regen, der ganze Landstriche unter Wasser setzt. Noch ist nicht restlos sicher, dass die Intensität der Stürme durch den Klimawandel zunimmt. Bessere Anpassungen an ihre Folgen sind dennoch zwingend nötig.

© Nasa

nach den Erkenntnissen der Forschung der Klimawandel mit all seinen Folgen nicht mehr aufhalten. Die Menschheit muss sich zumindest teilweise daran anpassen, fordern deshalb Roger Pielke von der Universität von Colorado in Boulder und seine Kollegen [2]. Denn neben der Erderwärmung trägt auch das rapide Bevölkerungswachstum in bestimmten Regionen zu einer erhöhten Gefahrenlage bei. Schließlich ziehen immer mehr Menschen in sturmgefährdete Küstenregionen wie Florida, Ost- und Südasien oder steigt die Zahl der Bewohner in Trockengebieten wie dem Sahel oder Nordafrika besonders schnell, ohne dass jetzt schon ausreichend Trinkwasserreserven dort verfügbar wären. Mit der Aufheizung dürften sich diese Krisen weiter verschärfen.

Ihre Ansicht bedeute aber eine Abkehr von der bisherigen "reinen Linie" der Vereinten Nationen und ihres Rahmenprogramms zum Klimawandel (UNFCCC), schreiben die Autoren. Denn diese behandelte Anpassungen nur im engsten Sinne an die Folgen der menschengemachten Erderwärmung, sie vergesse dabei aber viele Maßnahmen, welche Gesellschaften im Ganzen robuster gegenüber negativen Veränderungen machten. So konzentriere sich die philippinische Regierung politisch - etwa mit Forderungen an die Industriestaaten - mittlerweile auf einen Meeresspiegelanstieg von ein bis drei Millimeter pro Jahr, der sie verstärkte Überflutungen im Küstenbereich befürchten lässt. Gleichzeitig ignoriere sie das exzessive Abpumpen von Grundwasser in diesen dicht besiedelten Ebenen, wegen der das Gelände jährlich um bis zu zehn Zentimeter absinkt - Denk- und Handlungsmuster, die Pielkes Team weltweit beobachtet hat: Jedes globale Problem von Sturmschäden bis zum Artensterben werde ihrer Meinung nach vorwiegend unter dem Klimawandelaspekt diskutiert.

Das wiederum führe dazu, dass internationale Abkommen wie das Kyoto-Protokoll ungleich mehr Gelder in die globale Reduzierung von Treibhausgasen leiten als in lokale Anpassungsmaßnahmen, obwohl damit mehr zum Schutz der Betroffenen erreicht werden könnte. Mit dieser Ansicht stützen Pielke und seine Kollegen zumindest teilweise die Meinung des Statistikers Björn Lomborg von der Universität Århus, der im Rahmen des so genannten Kopenhagener Konsens von 2004 zusammen mit Wirtschaftswissenschaftlern - darunter vier Nobelpreisträgern - eine globale Prioritätenliste erstellt hat. Auf ihr rangierten Gesundheitsfragen, Bekämpfung des Hungers und eine verbesserte Wasserversorgung ganz oben, während Maßnahmen gegen den Kohlendioxid-Ausstoß an letzter Stelle standen, weil Aufwand und Nutzen hier zu klein erschienen.

Der Kopenhagener Konsens zog scharfe Kritik nach sich - nicht nur von Klimatologen, sondern auch von Ökonomen, welche die Berechnungen wie die jeweils dafür verwendete Datenbasis bemängelten. Gleiches könnte nun ebenso Pielkes Denkschrift passieren, stehen ihr doch Gutachten wie der Stern-Report für die britische Regierung gegenüber. Darin beschreibt der Cambridger Gelehrte Nicholas Stern die astronomischen Summen, die eine fortgesetzte Aufheizung des Planeten der Weltgemeinschaft kosten würden, sollten nicht schleunigst Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Durchgeführt werden muss darum wohl beides: Reduzierung so weit wie möglich, Anpassung überall, wo nötig - zu sehr haben wir schließlich schon ins Erdsystem eingegriffen.

#### **Daniel Lingenhöhl**

##### **Quellen:**

[1] *Nature* 445: 595-596 (2007)

[2] *Nature* 445: 597-598 (2007)



## "Bis zur eisfreien Arktis ist es nur eine Frage der Zeit"

Ein Gespräch mit dem Klimaforscher Peter Lemke

**Der 4. Klimareport der Vereinten Nationen liefert die aktuellen Prognosen zum globalen Klimawandel. Klimaforscher Peter Lemke vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven erklärt, was wir von der Zukunft zu erwarten haben - und wie wir den Entwicklungen vielleicht noch entgegenwirken können.**

**spektrumdirekt:** Herr Professor Lemke, Sie haben als einer von über 500 Wissenschaftlern an dem aktuellen Klimabericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) mitgewirkt. Was ist die Kernaussage?

**Peter Lemke:** Bis zum Jahr 2100 wird sich die globale Temperatur sehr wahrscheinlich um 1,7 bis 4 Grad Celsius erhöhen. Das verursacht Gletscherschmelzen, der Meeresspiegel steigt. Bis zum Ende dieses Jahrhunderts erwarten wir einen Meeresspiegelanstieg um 28 bis 43 Zentimeter. Zudem gibt es Anzeichen dafür, dass extreme Wetterereignisse zunehmen werden: Stürme gewinnen an Intensität, Niederschläge fallen stärker aus.

**spektrumdirekt:** Was sind die Ursachen des Klimawandels?

**Lemke:** Die Erwärmung der letzten 40 Jahre kann alleine mit natürlichen Prozessen nicht erklärt werden – wohl aber mit den gestiegenen Treibhausgasen durch menschlichen Einfluss. Innerhalb von 250 Jahren haben wir den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre so stark verändert, wie es üblicherweise in einem Zeitraum zwischen einer Eiszeit und einer Warmzeit in hunderttausend Jahren geschieht. Selbst wenn wir ab heute überhaupt kein Kohlendioxid mehr in die Atmosphäre pusten würden, hätten die aktuellen Emissionen noch solche Nachwirkungen, dass sich die Temperatur um ein weiteres halbes Grad erhöhen würde.

**spektrumdirekt:** Haben sich die Prognosen seit dem letzten IPCC-Report von 2001 verändert?

**Lemke:** Der letzte Klimabericht gab bei der Erderwärmung bis 2100 eine Spanne von 1,5 bis 5,8 Grad Celsius an, der Meeresspiegelanstieg wurde auf 9 bis 88 Zentimeter geschätzt. Diese Zahlen rührten von zwei Unsicherheiten her: Zum einen wissen wir nicht, wie viel Energie wir tatsächlich in Zukunft verbrauchen werden. Entsprechend können wir nicht genau vorhersagen, wie hoch der zusätzliche CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre in der Zukunft sein wird. Hinzu kommt, dass die verschiedenen Klimamodelle, die es gibt, unterschiedlich sind und zu verschiedenen Szenarien kommen. Jetzt ist die Spanne der Vorhersagen für die globale Temperaturerhöhung zwar in etwa gleich geblieben, für die Meeresspiegelerhöhung ist sie mit 19 bis 58 Zentimeter jedoch deutlich kleiner geworden. Außerdem wurden für andere Klimaparameter detailliertere Aussagen möglich.

**spektrumdirekt:** Woran liegt das?

**Lemke:** Wir konnten auf eine wesentlich größere Anzahl von Klimasimulationen zurückgreifen, die Analysemethoden haben sich verbessert und durch verbesserte Computer sind regional verfeinerte Modelle zum Einsatz gekommen. Jetzt konnten wir die Prognosemodelle durch neue Beobachtungen optimieren. Dadurch sind unsere Vorhersagen nun um einiges umfangreicher und präziser als noch vor fünf Jahren. Dennoch haben sich einige Mittelwerte insgesamt wenig verschoben.

**spektrumdirekt:** Was bedeutet der Klimawandel für die Menschen?

**Lemke:** Nehmen wir zum Beispiel das Ansteigen des Meeresspiegels. Der Mittelwert liegt hier bis 2100 bei etwa 35 Zentimeter. Für uns in Deutschland bedeutet so eine Zahl, dass wir mehr Geld in die Deicherhöhung stecken müssen. In Bangladesch jedoch mit seinem riesigen Delta kann man das Land nicht eindeichen. Dort sind 35 Zentimeter verheerend. Denn problematisch ist ja nicht allein die mittlere Erhöhung des Meeresspiegels, sondern es sind die Sturmfluten, die darauf aufbauen. Die Wahrscheinlichkeit, dass Deiche überschwemmt werden, steigt. Das gilt auch für uns, wenn wir sie nicht erhöhen.

**spektrumdirekt:** Sie selbst haben für den vierten IPCC-Report ein Kapitel über Schnee, Eis und Permafrost koordiniert, in dem auch die Arktis angesprochen wird. Was hat sich dort verändert?

**Lemke:** In den letzten 40 Jahren hat sich die Temperatur in der Arktis um 1,1 Grad Celsius erhöht. Global gesehen ist die Temperatur in diesem Zeitraum nur um 0,4 Grad Celsius gestiegen. Als Folge ging das Meereis pro Jahrzehnt jeweils um 2,7 Prozent zurück. Seit 1973, dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen zur Ausdehnung der polaren Eisdecke, hat sich das arktische Eis im Sommer sogar um zwanzig Prozent verringert. Ein anderes Problem ist die zunehmende Erosion der arktischen Küstenränder. Denn so lange die Eisdecke geschlossen ist, bleibt auch der Seegang gering. Wenn das Eis jedoch über einen Großteil des Jahres verschwindet, kann jeder Sturm dort starke Wellen produzieren und die Küsten abtragen. In Sibirien und Alaska



Klimaforscher Peter Lemke vom Alfred-Wegener-Institut bei einer Forschungsreise in die Antarktis: Im Hintergrund das Forschungsschiff Polarstern  
© Peter Lemke



Für die Eisbären wird es in Zukunft schwer. Denn den Tieren, die sich den arktischen Lebensbedingungen angepasst haben, schmilzt ihr Territorium unter den Pfoten davon.  
© USFWS



Das Meereis der Arktis schmilzt ab. Dadurch kommt vermehrt dunkles Meerwasser zum Vorschein, das die Sonnenstrahlen aufnimmt und so die Erwärmung des Nordpols verstärkt.  
© National Snow and Ice Data Center

wird schon heute so viel Küstenfläche vom Meer zerstört, dass ganze Dörfer umgesiedelt werden müssen.

**spektrumdirekt:** Woran liegt es, dass sich der Nordpol so viel stärker erwärmt als der Rest des Globus?

**Lemke:** Das Abschmelzen des Eises bewirkt eine sich selbst verstärkende Rückkopplung: Wenn die Sonne auf die weiße Fläche des Eises scheint, wird die meiste Strahlung reflektiert. Geht aber das Meereis zurück, kommt darunter ein dunkler Ozean zum Vorschein. Der absorbiert mehr Sonnenenergie, erwärmt sich und verstärkt so die Schmelzeffekte. Das ist der so genannte Temperatur-Albedo-Feedback.

**spektrumdirekt:** Manche Klimaforscher befürchten auch, dass der Kohlendioxidausstoß durch das Abschmelzen der Arktis und das Auftauen der dortigen Permafrostböden weiter zunehmen könnte, weil in den Böden CO<sub>2</sub> gespeichert ist, das in die Atmosphäre entweichen könnte. Der Arktis-Klima-Report des Arktischen Rates von 2004 spricht von 70 Milliarden Tonnen Kohlendioxid, die auf diese Weise freigesetzt werden könnten.

**Lemke:** Ja, das ist in der Tat ein schwerwiegendes Problem. Doch es könnte noch schlimmer kommen: Denn durch das Auftauen des Permafrostbodens entsteht vermutlich jede Menge Sumpfland. Und das produziert durch Fäulnisprozesse Methan, das ein um den Faktor zwanzig stärkeres Treibhausgas ist als Kohlendioxid. Aktuelle Methanproduzenten sind beispielsweise Rinderherden oder Reisfelder. Der Methananteil in unserer Atmosphäre ist noch relativ gering; er hat sich aber in den vergangenen 250 Jahren mehr als verdoppelt. Der auftauende Permafrostboden wird hier einiges beitragen. Hinzu kommen die Methanfelder, die gefroren im Boden der Ozeane liegen. Auch die könnten durch die Erwärmung des Wassers auftauen und in die Atmosphäre gelangen.

**spektrumdirekt:** Sind die Folgen der Klimaerwärmung beim Südpol ähnlich gravierend?

**Lemke:** In der Antarktis ist das merkwürdigerweise anders. Dort ist die Erwärmung noch nicht zu spüren, abgesehen von der Antarktischen Halbinsel, die weit nach Norden reicht. Die Meereisausdehnung nimmt seit 25 Jahren insgesamt gesehen sogar leicht zu. Die Gründe hierfür kennen wir noch nicht genau. Aber die Südhemisphäre ist allgemein kälter als die Nordhemisphäre, da sie von dem riesigen antarktischen Eisschild abgekühlt wird. Er hat etwa 4000 Kilometer Durchmesser und ist an den höchsten Stellen über vier Kilometer mächtig.

**spektrumdirekt:** Welche Auswirkungen haben die Veränderungen in der Arktis auf das Klima?

**Lemke:** Ozeanströmungen und Windsysteme werden durch den Temperaturgegensatz von Tropen und Polargebieten gesteuert. Wenn sich dieser Gegensatz verändert, dann wird sich auch in den Windsystemen und den Ozeanströmungen etwas verändern. So beobachtet man schon heute mit dem Zurückweichen des Eises, dass sich die Zugbahnen der Tiefdruckgebiete nach Norden verschieben. Außerdem wird in den Polargebieten das Meerwasser abgekühlt. Das kältere Wasser sinkt nach unten, Tiefenwasser entsteht und treibt eine globale ozeanische Umwälzbewegung an. Diese Umwälzprozesse könnten sich abschwächen. Was ebenso bedeuten würde, dass sich das System der Golfstromausläufer ändern würde.

**spektrumdirekt:** Was hätte das zur Folge?

**Lemke:** Nun, zumindest nicht eine solche Abkühlung der Nordhemisphäre, wie sie etwa der Kinofilm "The Day after Tomorrow" zeigt. Das ist Unfug. Dass der Golfstrom sich abschwächt, liegt ja erst einmal in der starken Erwärmung, wegen der Grönland einen Großteil seines Eises verliert. Da wir momentan von Temperatursteigerungen von 2 bis 4 Grad in den nächsten einhundert Jahren ausgehen, würde eine Abschwächung des Golfstroms lediglich eine etwas verringerte Erwärmung in Europa bedeuten.

**spektrumdirekt:** Wie sehen Ihre Prognosen für die Arktis aus, wenn sich an den aktuellen Ursachen nichts ändert?

**Lemke:** Nach allen Szenarien verschwindet das Meereis in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts im Sommer fast vollständig. Wir werden über einen längeren Zeitraum des Jahres freies Wasser in der Arktis und damit auch einen freie Schiffsroute nach Japan haben. Das freut natürlich die Schifffahrt. Erst einmal bedeutet der Rückgang des Meereises aber ebenso, dass die verbleibenden Eisschollen freier beweglich sind und die Schifffahrtswege bedrohen können. Ohne Eisbrecher wird man die Arktis wohl auch in näherer Zukunft nicht durchqueren können. Es ist jedoch nur eine Frage der Zeit, bis die Arktis im Sommer eisfrei ist.

Für den Eisbär ist das natürlich eine Katastrophe. Doch das Ökosystem wird sich anpassen müssen. Der Eisbär wird sein Refugium verkleinern, seine Zahl wird abnehmen. Gleichzeitig werden sich andere Arten vom Süden her nach Norden wagen und sich neue Nahrungsquellen erschließen. Das spezielle Ökosystem des Meereises wird jedoch deutlichen Schaden nehmen.

**spektrumdirekt:** Wo besteht akuter Handlungsbedarf, wenn wir den Klimawandel stoppen wollen?

**Lemke:** Die Ursachen des Klimawandels sind ja eigentlich simpel: Wenn man sich den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre für die letzten 650 000 Jahre ansieht, dann lag der bei Eiszeiten etwa bei 180 ppm (parts per million), in einer Warmzeit bei etwa 280 ppm. Wir haben inzwischen 380 ppm erreicht, und es ist ganz offensichtlich, dass wir in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts bei etwa 550 ppm landen werden. Ich glaube nicht, dass wir diesen Wert noch deutlich verringern können. Unsere Aufgabe ist nun schlicht zu verhindern, dass zuviel CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen.

**spektrumdirekt:** Was sollte man konkret tun?

**Lemke:** Man kann natürlich viel beim Energieverbrauch sparen, indem man die Ressourcen effektiver nutzt. Das verschafft etwas Luft. Wir müssen aber auch neue Energieformen entwickeln. Denn der Rückgriff auf Windräder oder Atomkraftwerke wird uns nicht weiterbringen. Das eine ist nicht effektiv genug, das andere birgt zu hohe Risiken. Das wird mit den Mitteln, die wir bisher zur Verfügung haben, nicht möglich sein. Deshalb muss mehr Geld in die Erforschung alternativer Technologien gesteckt werden. Auch die Suche nach neuen Energieformen und entsprechenden Technologien sollte verstärkt werden. Man könnte beispielsweise in manchen Regionen die Erdwärme besser nutzen oder mit der Sonnenenergie arbeiten.

Eine andere Möglichkeit ist, das Kohlendioxid abzufangen und unter der Erde zu bunkern. Auch das würde erst einmal etwas Spielraum verschaffen. Aber hier gibt es noch jede Menge offene Fragen. Es ist etwa noch völlig ungeklärt, wie sicher solche CO<sub>2</sub>-Bunker wären und wie man sie richtig verschließen könnte.

**spektrumdirekt:** Wie bewerten Sie aktuelle Maßnahmen wie etwa den Emissionshandel?

**Lemke:** Das ist ein Schritt in die richtige Richtung. Aber auf Dauer ist ein Emissionshandel unbefriedigend, weil er dazu führt, dass sich reiche Akteure immer wieder freikaufen. Das Problem wird damit außerdem nicht wirklich gelöst. Wir müssen weltweit die Emissionen verringern. Die westlichen Länder sollten in die Verantwortung genommen werden und die ärmeren Staaten bei der Nutzung alternativer Energien unterstützen. Wir haben hier eine Verpflichtung dem Rest der Welt gegenüber.

**spektrumdirekt:** Wie sehen Sie die Rolle der USA für den Klimaschutz?

**Lemke:** Als eine der westlichen Nationen wäre es für die USA natürlich ganz wichtig, wenn sie sich am Kyoto-Protokoll beteiligen würde. Aber auch andere Länder wie China oder Indien machen noch nicht mit. Das muss sich unbedingt ändern, denn China wird die Amerikaner 2010 vermutlich im CO<sub>2</sub>-Ausstoß überholen, und Indien ist auf einem ähnlichen Weg.

**spektrumdirekt:** Fühlen Sie sich als Klimaforscher von der deutschen Politik ernst genommen?

**Lemke:** Ich denke, dass man hierzulande weiß, was der Klimawandel bedeutet. Aber unsere Politiker haben aktuell auch noch mit anderen Problemen zu kämpfen, etwa dem Arbeitsmarkt, und die Erderwärmung ist dann nicht immer das Nächstliegende. Vielleicht wird sich erst etwas ändern, wenn die ersten Extremereignisse zugeschlagen haben.

**spektrumdirekt:** Die nun veröffentlichte Kurzfassung des ersten Teils des IPCC-Berichtes richtet sich ja an die Politik. Welche Ratschläge geben Sie den Politikern?

**Lemke:** Zum einen müssen wir versuchen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern, zum anderen müssen wir uns darauf vorbereiten, dass der Klimawandel kommt. Denn der Zug ist ja schon in Bewegung. In gewisser Weise werden wir mit dem Klimawandel leben müssen und uns darauf einstellen, dass Extremereignisse zunehmen werden. Genaue Vorschläge werden im März und April mit den Arbeiten der Arbeitsgruppen II und III veröffentlicht.

**spektrumdirekt:** Glauben Sie, dass die Spannweiten der Prognosen bei der Vermittlung des Klimawandels ein Handicap darstellen?

**Lemke:** Wenn Politiker vorschützen, dass die Klimamodelle noch nicht gut genug sind, um darauf Entscheidungen zu begründen, verkennen sie die Sachlage. Es gibt in unserer Gesellschaft keinen Bereich, in dem bessere Vorhersagen gemacht werden als mit Klimamodellen. Ökonomische Vorhersagen oder Steuerschätzungen, auf die in der Politik jeden Tag zurückgegriffen wird, haben eine viel schwächere Basis. Das Problem ist, dass die Politiker einfach aktuell eingreifen müssten. Und davor schrecken sie zurück. Auch die häufige Äußerung, entsprechende Maßnahmen kosteten zu viel Geld, ist schlichtweg nicht wahr. Im Gegenteil: Wir haben in Europa bisher sehr wohl gezeigt, dass mit umweltfreundlichen Produkten und alternativen Energien viel Geld verdient werden kann. Das müsste einfach verstärkt werden. Ich denke aber schon, dass wir in Europa den richtigen Weg eingeschlagen haben. Wir marschieren nur noch nicht schnell genug. Wir werden in massive Probleme geraten, wenn wir uns nicht baldmöglichst verstärkt alternativen Energien zuwenden.

**spektrumdirekt:** Herr Professor Lemke, wir danken für das Gespräch.

**Das Gespräch führte Tanja Krämer, freie Wissenschaftsjournalistin in Bremen.**



## Im Bauch des Klimamodells

Wie aus mathematischen Gleichungen Zukunftsprognosen werden

**Klimasimulationen, Klimamodelle - immer wenn es um die globale Erwärmung geht, fallen diese Begriffe. Sie klingen manchmal fast wie Magie. In Wirklichkeit aber steckt bloß eine raffinierte Software dahinter.**

Stünde Wissenschaftlern nur ein Blatt Papier und ein Bleistift zur Verfügung, dann wären sie, wenn sie die Aufheizung von Luft und Wasser berechnen wollen, schnell am Ende ihres Lateins. Atmosphäre und Ozeane, Gletscher und Meereis, Boden und Vegetation - alles spielt mit hinein, und alles ist mit allem irgendwie verknüpft. Simulationsrechnungen, die das Geschehen beschreiben sollen, erfolgen natürlich am Computer.

Grundlage der Software sind die Naturgesetze. Doch das Objekt ihrer Neugier stellt Klimaforscher vor ein großes Problem: Die Atmosphäre und der Ozean erstrecken sich über Zehntausende von Kilometern. Da sich die Gleichungen nicht für jeden einzelnen Punkt auf der Erde berechnen lassen - das wäre weder mathematisch noch praktisch möglich -, unterteilen die Wissenschaftler die Lufthülle und die Meeresbecken in kastenförmige Volumina. Für jeden einzelnen Kasten berechnen sie, wie sich darin die Temperatur, der Wind oder die Strömungsgeschwindigkeit verändert. Ein Dilemma bleibt: Je kleiner diese Kästen sind, desto detaillierter sind die Klimasimulationen - gleichzeitig wächst aber auch der Rechenaufwand, um die größere Zahl von Kästen zu bewältigen.

Trotz superschneller Computer sind Klimamodelle daher noch immer recht grobkörnig aufgelöst: Die Atmosphäre ist in Kästen eingeteilt, die 200 Kilometer lang und breit sind; beim Ozean beträgt die Kantenlänge ungefähr 100 Kilometer. An der Meeresoberfläche und am Boden sind die Schichten nur 100 Meter dünn - mit wachsender Höhe in der Atmosphäre und mit wachsender Tiefe im Ozean nimmt die Schichtdicke aber zu. Ein Klimamodell besitzt heutzutage mindestens zwanzig atmosphärische und zehn ozeanische Schichten.

Womit sich das nächste Problem abzeichnet: Viele Phänomene - Wolken zum Beispiel - sind so kleinräumig, dass sie mit den Computerprogrammen nicht abgebildet und nachgeahmt werden können. Weil diese Phänomene aber für die Temperaturentwicklung dennoch wichtig sind, müssen sie irgendwie berücksichtigt werden. Dieses "Irgendwie" gibt ganzen Heerscharen von Wissenschaftlern Arbeit: Sie versuchen, kleine Wasserwirbel, die Wirkung von Staubpartikeln auf die Wolkenentstehung oder die Turbulenz, die durch Baumwipfel ausgelöst wird, in mathematische Gleichungen für die grob aufgelösten Klimamodelle zu übersetzen.

Wie gut Klimamodelle funktionieren, misst man schließlich daran, wie genau sie die Realität wiedergeben. Dafür werden die simulierten Daten mit klimatologischen Messwerten verglichen. Verlässliche meteorologische und ozeanografische Aufzeichnungen gibt es allerdings erst seit etwa 150 Jahren - eine eher kurze Messlatte.

Viele Computermodelle schneiden heute schon recht gut ab - der indische Monsun zum Beispiel kann ebenso simuliert werden wie die Westwindzone in den mittleren Breiten oder die tropischen Gewittergebiete. Mit regionalen Details hapert es zwar noch, aber durch die immer schnelleren Computer wird die Genauigkeit zunehmen. Außerdem wollen Experten weitere Bestandteile des Klimasystems integrieren: Luftchemische und biochemische Vorgänge zum Beispiel. Echte Klimavorhersagen können die Wissenschaftler sowieso noch nicht abgeben - die Unsicherheiten sind einfach zu groß. Experten sprechen lieber von "Szenarien" oder "Projektionen" des Klimas.

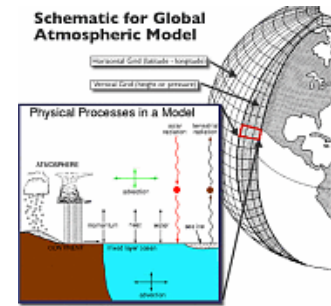
Ein Teil der Unsicherheit stammt allerdings gar nicht von den Modellen, sondern von dem Verhalten der Menschheit: Welche Mengen an Treibhausgasen in den nächsten Jahrzehnten in die Luft gepustet werden, weiß noch niemand. Immerhin scheint sich ein Konsens gebildet zu haben, dass die Lufttemperatur global langfristig um etwa zwei bis vier Grad Celsius steigt, wenn der CO<sub>2</sub>-Gehalt verdoppelt wird. Eine derartige

Erwärmung könnte für zahlreiche Gletscher das vollständige Abschmelzen bedeuten und den Meeresspiegel in den kommenden Jahrhunderten um mehrere Meter ansteigen lassen - hierin sind sich die Szenarien, auch bei verschiedenen Ausgangsvoraussetzungen, einig.

**Sven Titz**

Freier Wissenschaftsjournalist in Berlin

© spektrumdirekt



In Klimamodellen werden die Atmosphäre und Ozeane in kastenförmige Einheiten geteilt, für die im einzelnen verschiedene Faktoren, wie Veränderungen der Temperatur, des Windes oder der Strömungsgeschwindigkeit, berechnet werden.

© NOAA

Meteorologie

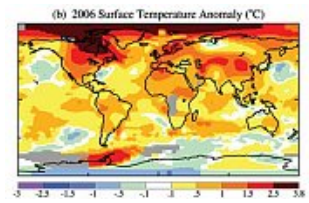
**2006 fünftwärmstes Jahr seit Aufzeichnungsbeginn**

Das Jahr 2006 mit seinen ausgeprägten Hitzeperioden in Europa, Teilen Asiens und Nordamerikas hat es unter die fünf wärmsten Jahre seit 1890 und damit seit Beginn der Klimaaufzeichnungen in den USA geschafft.

Dies vermeldet die Nasa unter Bezug auf Land- und Meerestemperaturdaten von Wetterstationen weltweit und Satellitenmessungen aus dem All. Bis zu 3,8 Grad Celsius lag die Arktis über den langjährigen Durchschnittswerten, zwischen 1,5 und 2,5 Grad Celsius beispielsweise Nordeuropa, Kanada, große Regionen Chinas und Zentralasiens sowie die antarktische Halbinsel. Unterkühlt waren letztes Jahr dagegen nur wenige kleine Gebiete, etwa Teile des Nord- und Südpazifiks sowie der Antarktis. Damit fügt sich 2006 in den seit Jahren zu beobachtenden Aufheizungsprozess der Erde ein, der mit höchster Wahrscheinlichkeit auf den von Menschen verursachten Klimawandel zurückzuführen ist.

Wärmer waren seit 1890 nur die Jahre 2005, 1998, 2002 und 2003, welche die Plätze 1 bis 4 belegen. Die Nasa und verschiedene Klimaforscher erwarten, dass 2007 allerdings noch heißer als 2005 werden könnte. Neben der fortgesetzten Erderwärmung hängt dies mit El Niño zusammen, der zu einer deutlichen Temperaturzunahme des Pazifiks führt und dessen zusätzlicher Heizeffekt weltweit zu spüren ist. (dl)

© spektrumdirekt



Das Jahr 2006 war das fünftwärmste seit Beginn der Aufzeichnungen 1890. Besonders starke Abweichungen der Temperaturen gab es in der Arktis.  
© Nasa

## Genaueres Klimamodell für Deutschland erstellt

Eine neu berechnete Computerprojektion zu den Auswirkungen des Klimawandels bestätigt vorherige Ergebnisse, sie zeichnet jedoch regionale Unterschiede innerhalb der Bundesrepublik deutlicher nach. Demnach erwärmt sich der Norden Deutschlands sowie das Alpenvorland stärker als der Rest des Landes, das insgesamt mit einer Erwärmung um 1,8 bis 2,3 Grad Celsius bis zum Ende des Jahrhunderts rechnen muss.

Das von der privaten Firma Climate and Environment Consulting Potsdam im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) erstellte Modell prognostiziert zudem dem Norddeutschen Tiefland bis zu fünfzig Prozent weniger Niederschlag, den Mittelgebirgen dagegen zumindest im Winter eine Zunahme. Insgesamt sollen die Sommer je nach Berechnungsgrundlage um rund ein Fünftel trockener ausfallen, die Winter zwischen 19 und 30 Prozent feuchter. Besonders betroffen von der sommerlichen Wasserknappheit wird demnach Nordostdeutschland sein, wo sich die Niederschläge halbieren könnten - bereits heute herrscht dort häufiger ausgeprägte Sommertrockenheit, die zu Waldbränden führt. In der Eifel, dem Hunsrück, Odenwald oder Spessart regnet es hingegen im Extremfall um 70 bis 80 Prozent mehr als heute.

In ihrer WETTREG (Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode) legten die Potsdamer Forscher zwei unterschiedliche Szenarien zugrunde. Eine etwas günstigere Klimaentwicklung stellte sich demnach ein, wenn verstärkt erneuerbare Energien und Ressourcen schonende Technologien eingeführt würden. Bei starkem globalem Wirtschaftswachstum und in hohem Maße fortgesetzter Nutzung fossiler Brennstoffe wie Öl und Kohle fiel der Klimawandel in Deutschland wiederum deutlich stärker aus. (dl)

### Quellen:

[Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen - Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG \(PDF\)](#)

## EU legt düstere Warnung vor

Ein ungebremster Klimawandel könnte dramatische wirtschaftliche Auswirkungen für Europa haben, warnt eine neue Studie der EU-Kommission, die der dpa bereits vorliegt.

Sollte sich das globale Klima bis zum Jahr 2071 im Durchschnitt um 2,2 oder sogar 3 Grad Celsius im Vergleich zu 1990 erwärmen, dann könnte sich die Zahl der zusätzlichen Hitze- und Kältetoten insgesamt um bis zu 36 000 beziehungsweise 86 000 Menschen erhöhen. Die Studie, die zu dem neuen Strategiepaket einer gemeinsamen europäischen Energie- und Klimapolitik gehört, prognostiziert unter anderem Folgen für das milliardenschwere Tourismus-Geschäft im Mittelmeerraum. Derzeit bildeten jährlich 100 Millionen Nord- und Mitteleuropäer an den Stränden Spaniens, Griechenlands, Portugals und Italiens den größten Touristenstrom weltweit, heißt es. Sollte der Klimawandel jedoch voranschreiten, würden sich die Reiseziele bis an die Nordsee verschieben - zum Nachteil der Mittelmeeranrainer, warnen die Autoren.

Das wirtschaftliche Nord-Süd-Gefälle würde sich dramatisch vertiefen. Durch längere frostfreie Perioden könnten sich in Nordeuropa die Ernteerträge um bis zu 70 Prozent erhöhen und in Südeuropa um mehr als ein Fünftel zurückgehen. Notwendig sei deshalb, dass der Ausstoß des klimaschädlichen Kohlendioxids global sofort um 15 Prozent und bis 2050 sogar um die Hälfte verringert wird, heißt es in der Studie.

Angesichts der Gefahren forderten die Umweltorganisationen Greenpeace und der Bund für Umwelt- und Naturschutz (BUND) die Kommission auf, bei den EU-Staaten eine klimaschonende Energiepolitik durchzusetzen. Die Kommission müsse ehrgeizige Klimaschutzziele vorgeben. Die Umweltschützer verlangen, dass die EU bis 2020 den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um ein Drittel im Vergleich zu 1990 verringert. Greenpeace befürchtet jedoch, dass Umweltkommissar Stavros Dimas nur ein Ziel von einem Fünftel durchsetzen könne. Dies sei völlig unzureichend, um die schlimmsten Folgen des Klimawandels abzuwenden.

Der BUND wirft dem deutschen Industriekommissar Günter Verheugen vor, sich gegen eine Emissions-Verringerung um 30 Prozent zu stellen. Beide Organisationen bemängelten unverbindliche Pläne der Kommission, den Anteil an erneuerbaren Energien bis 2020 lediglich auf ein Fünftel anzuheben. "Atomenergie und angeblich saubere Kohlekraftwerke hingegen werden als Lösungen der Energieprobleme gepriesen", hieß es in einer Erklärung des BUND.

© dpa



## Deutsche Haushalte verbrauchen zu viel Energie und Fläche

Der Energieverbrauch deutscher Haushalte für Wohnen ist von 1995 bis 2005 um 3,5 Prozent gestiegen, die Wohnfläche nahm um 13 Prozent zu. Sollte der Energiehunger weiter wachsen, könne man dem Klimawandel kaum begegnen, warnte Umweltbundesamt-Präsident Andreas Troge: "Wir müssen in Deutschland den gesamten Energieverbrauch bis 2050 halbieren. Die privaten Haushalte können dazu einen wichtigen Beitrag leisten."

Ein Problem stellt die Zunahme von Elektrogeräten in Haushalten dar, zumal viele Geräte nicht mehr vom Netz getrennt, also "ausgeschaltet" werden, sondern über Stand-by-Schaltung weiterhin Strom verbrauchen. Einfache Netzschalter könnten solche Leerlaufverluste - derzeit 17 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr, entsprechende Stromkosten von 3,3 Milliarden Euro - massiv eindämmen. Auch effizientere Technik bei "Weißer Ware" - Kühlschrank, Waschmaschine und Co - machten jährliche Einsparungen von knapp sechs Prozent des Stromverbrauchs von Privathaushalten oder sieben Milliarden Kilowattstunden jährlich möglich. Das Umweltbundesamt fordert daher eine EU-Regelung für Effizienzstandards, die sich an dem durchschnittlichen Stromverbrauch des besten Viertels verfügbarer Geräte orientiert.

Großes Einsparpotenzial sehen die Wissenschaftler auch bei Häusern, die vor 1970 gebaut wurden und meist noch immer unzureichend gedämmt sowie mit veralteten Heizanlagen ausgestattet sind. Um Vermieter vermehrt zu entsprechenden Investitionen anzuregen, sollten solche Ausgaben stärker als bisher auf die Mieter umgelegt werden dürfen, schlägt das Umweltbundesamt vor. Bisher dürfen Vermieter diese Kosten mit elf Prozent jährlich über die Kaltmiete gegenfinanzieren. Um die Mieter zu schützen, dürften entsprechend höhere Umlagen aber nur befristet und gestaffelt nach dem Einsparerfolg erlaubt sein. Auch solle die Bundesregierung das KfW-CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm fortführen.

Entscheidend für den wachsenden Energieverbrauch ist auch die steigende Zahl von Ein- und Zwei-Personen-Haushalten, die jeweils um zwölf Prozent zugenommen haben. Im Vergleich zu einem Bewohner eines Mehr-Personen-Haushalts liegt der Energieverbrauch eines Singles fast doppelt so hoch. Dahinter stecke auch die demografische Entwicklung: Die Menschen werden immer älter, und viele von ihnen lebten allein.

Ein Dorn im Auge sind Troge zudem die Bauten auf der "Grünen Wiese": Der Bau an sich sowie die Schaffung und Instandhaltung der nötigen Infrastruktur belasteten die natürlichen Ressourcen stark. "Wir müssen mehr Wert auf die Entwicklung der Innenstädte und die energetische Modernisierung unserer Altbauten legen", erklärt er. "Eine teure Infrastruktur mit langen Verkehrswegen, die immer weniger Menschen nutzen, können wir uns nicht mehr leisten." (af)

### Quellen:

[Wie private Haushalte die Umwelt nutzen – höherer Energieverbrauch trotz Effizienzsteigerungen \(PDF\)](#)

## Klimapolitik

**Beispiellose Erderwärmung im Gange**

UN-Klimarat schlägt Alarm

Bis zum Ende des Jahrhunderts droht der Erde eine beispiellose Klimaerwärmung um bis zu 6,4 Grad Celsius im extremsten Fall. Davor warnt der UN-Klimarat IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) in seinem vierten, am Freitag in Paris vorgestellten Bericht [1]. Mit mehr als 90-prozentiger Wahrscheinlichkeit trägt der Mensch durch seinen Ausstoß an Treibhausgasen dafür die alleinige Verantwortung.

Bereits die Beobachtungen der vergangenen Jahre seien an Deutlichkeit nicht zu überbieten: So seien elf der vergangenen zwölf Jahre unter den zwölf wärmsten seit dem Beginn der Aufzeichnungen Mitte des 19. Jahrhunderts, heißt es in dem Report. Zudem hat sich der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt. Von 1961 bis 2003 seien im Schnitt 1,8 Millimeter pro Jahr hinzugekommen, zwischen 1993 und 2003 stieg der Meeresspiegel allerdings im Mittelwert schon um 3,1 Millimeter pro Jahr verursacht durch Gletscherschmelze und sich wärmebedingt ausdehnendes Meerwasser. Auch das Verständnis vom Einfluss des Menschen auf das Klima sei jetzt besser als je zuvor, erklären die rund 2500 IPCC-Experten. Demnach hätten die Aktivitäten des Menschen seit 1750 zur Erwärmung der Erde geführt - im Vergleich zwischen 1850 (dem Beginn moderner Aufzeichnungen) und 2005 stieg die Temperatur um 0,76 Grad. Die Wissenschaftler beschreiben außerdem zahlreiche langfristige Veränderungen, etwa in den Windstrukturen. Zugenommen hätten extreme Wetterereignisse wie Dürren, schwere Niederschläge, Hitzewellen und die Intensität tropischer Zyklone.

Dass die Menschheit den Klimawandel verantwortet, darin sind sich auch hochrangige deutsche Klimaexperten einig: "Der Bericht stellt ganz klar fest, dass der Mensch überwiegend an der globalen Erwärmung Schuld hat. Natürliche Faktoren spielen eine völlig untergeordnete Rolle", sagte der Potsdamer Forscher Stefan Rahmstorf, einer der Leitautoren des Reports, der dpa. "Es gibt kaum noch Zweifel am menschengemachten Klimawandel", ergänzte Martin Claußen, der geschäftsführende Direktor des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg. Dies mache der Bericht "so deutlich wie nie zuvor". Der Klima-Chefberater der Bundesregierung, Hans Joachim Schellnhuber, erklärte: "Mit dem nun vorliegenden Bericht sollten letzte Zweifel ausgeräumt sein, dass wir Menschen es sind, die die Klimaschraube überdrehen."

Auch die weitere Entwicklung wird skizziert: Der unter anderem auf rund 400 unterschiedlichen Computersimulationen basierende Report präsentiert sechs Temperaturszenarien, nach denen im besten Fall bis 2100 mit einer Erwärmung von 1,1 bis 2,9 Grad Celsius zu rechnen sein wird, im schlimmsten mit 2,4 bis 6,4 Grad Celsius. Der Anstieg des Meeresspiegels beträgt bis 2100 im besten Szenario 18 bis 38 Zentimeter, im schlimmsten 26 bis 59 Zentimeter. Und selbst wenn die Konzentration der Treibhausgase schon im Jahr 2000 auf dem damaligen Stand eingefroren worden wäre, müsste man noch einen Temperaturzuwachs von 0,1 Grad Celsius pro Jahrzehnt erwarten. Stattdessen hat sich seitdem der Ausstoß von Kohlendioxid noch erhöht.

Der frühere Chef des UN-Umweltprogramms und ehemalige Bundesumweltminister Klaus Töpfer warnte in einem Interview des Westdeutschen Rundfunks: "Wer jetzt noch nicht wach ist, der muss sich fragen, was denn eigentlich passieren muss, damit man den Ernst der Lage erkennt." Bundesforschungsministerin Annette Schavan stellte weitere finanzielle Mittel für die Klimaforschung in Aussicht: "Um den Klimawandel in vertretbaren Grenzen halten, müssen wir intensive Forschung betreiben und für eine schnelle Verbreitung klimaschonender Technologien sorgen. Dies wird das Bundesforschungsministerium in den nächsten drei Jahren mit 255 Millionen Euro finanzieren.

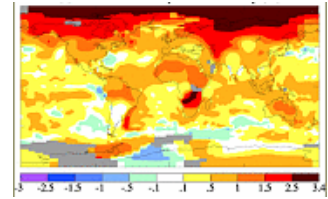
Immerhin eine gute Nachricht liefert der IPCC-Bericht: Basierend auf Daten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) kommen Wissenschaftler zu dem Schluss, dass der Luftverkehr - insbesondere die von ihm erzeugten Kondensstreifen - weniger gravierende Folgen für das Klima hat als bisher angenommen. Flugzeuge trugen im Jahr 2000 etwa drei Prozent zur Erderwärmung bei - vor allem durch den Ausstoß von Kohlendioxid und Stickoxiden. Zudem setzen die Maschinen Aerosole und Wasserdampf frei, die wiederum Wolken bilden oder deren Entstehung beeinflussen.

Während der negative Einfluss der Stickoxide und des Kohlendioxids vom DLR bestätigt wird, können sie bei den Kondensstreifen leichte Entwarnung geben. Vor allem die sich aus den Streifen entwickelnden flächigen Cirruswolken bedecken wohl eine deutlich geringere Fläche als ursprünglich angenommen. Aussagen über einen im Vergleich zu Kondensstreifen zehnmal höheren Bedeckungsgrad der Cirren seien nicht stichhaltig, so Hans-Leo-Richter und Robert Sausen vom DLR. (dl)

**Quellen:**

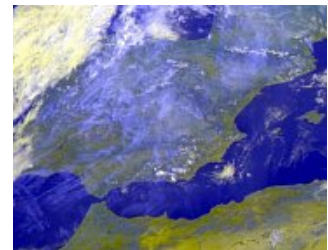
[1] IPCC-Bericht - Zusammenfassung (2007) (PDF)

© spektrumdirekt



Im Jahr 2005 war es in weiten Teilen der Erde zu heiß. Überhaupt fallen elf der zwölf heißesten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in den Zeitraum zwischen 1994 und 2005.

© Nasa



Künstliche Wolkenbildung über Spanien: Aus den durch Flugzeuge produzierten Kondensstreifen werden häufig Cirruswolken. Ihr Anteil am Klimawandel scheint aber geringer zu sein als befürchtet.

© DLR

Angemerkt!

## Vom Teufel und dem Beelzebub

Daniel Lingenhöhl kommentiert, warum Biodiesel keine "grüne" Alternative ist

Die Polkappen schmelzen, der Winter bleibt aus, das Meer erwärmt sich - allüberall mehren sich die Menetekel des globalen Klimawandels. Nach einer neuen Studie der Europäischen Kommission wird er auch Europa nicht verschonen: Mehrere zehntausend zusätzliche Hitzetote jährlich, dazu wirtschaftliche Einbußen in Milliardenhöhe könnten seine Folgen sein. Es ist also höchste Zeit, umzusteuern und die Emissionen zu senken - das, immerhin, ist in den Köpfen der verantwortlichen Politiker Europas mittlerweile mehrheitlich verankert.

Insgesamt steht der EU ohnehin eine internationale Führungsrolle beim Abbau des Kohlendioxid-Ausstoßes zu - wenngleich immer noch auf eher niedrigem Niveau. Positiv bewertet werden muss deshalb der gestern verabschiedete Aktionsplan, der bis 2020 einen Rückgang der Emissionen um mindestens ein Fünftel verglichen mit 1990 vorsieht. Neben ausgebauten "sauberen" Energieformen aus Wind, Sonne oder Wasser sollen zunehmend auch Biokraftstoffe - Stichwort "Biodiesel" - diesem Ziel dienen: Bis 2020 strebt die EU einen verpflichtenden Anteil von zehn Prozent auf dem entsprechenden Treibstoffmarkt an, was verglichen mit dem heutigen Stand nahezu einer Verdoppelung gleichkäme. Doch damit begibt sich die europäische Energie- und Klimapolitik auf einen Holzweg.

Denn so grün die biologisch erzeugten Kraftstoffe auch wirken, sie sind es nicht. Wollte beispielsweise Deutschland nur vier Prozent der Treibhausgas-Emissionen herkömmlicher Diesel tatsächlich einsparen, müsste die Hälfte des nationalen Ackerlandes mit Raps bepflanzt werden, wie das Umweltbundesamt errechnet hat. Bereits die Herstellung des Biotreibstoffes benötigt fossile Energie und beim notwendigen intensiven Düngen entweicht Lachgas: Es ist als Treibhausgas 300-mal so wirksam wie CO<sub>2</sub> - die gewünschten Schadstoffeinsparungen lösen sich angesichts des großen Ausstoßes während der Produktion gleich wieder im Nichts auf. Eine Studie der Universität von Minnesota kommt zu einem ebenso ernüchternden Ergebnis, nach dem die gesamte Getreide- und Sojajahresernte der Vereinigten Staaten gerade einmal fünf Prozent des US-amerikanischen Benzinverbrauchs ersetzen könnte.

Die Anbaukapazitäten der Industrieländer für Energiepflanzen sind somit äußerst beschränkt. Findige Unternehmer kamen deshalb mit Rückendeckung der Politik auf die Idee, die nötigen Ressourcen in tropischen Ländern einzukaufen: Soja- oder Palmöl sowie Ethanol aus Zuckerrohr. Doch in Ländern wie Brasilien, Indonesien und Malaysia, Ecuador oder Myanmar heizt diese Nachfrage die Brandrodung für Soja- oder Ölpalmenmonokulturen an. Vor allem die Feuer der Spekulanten hievten Brasilien im Jahr 2005 auf Platz sechs der größten CO<sub>2</sub>-Produzenten und führten den erhofften Klimaschutz der Europäer völlig ad absurdum - von den negativen Folgen für die Artenvielfalt ganz abgesehen.

Doch nicht nur aus ökologischen Gründen, auch aus ethisch-moralischen Aspekten ist Europas Durst nach Biokraftstoffen fragwürdig: Längst steigen die Preise für Pflanzenöle, die ebenso der Ernährung dienen, weil die Lebensmittelproduktion mit der Energiewirtschaft konkurrieren muss. Gleichzeitig sanken weltweit die Getreidevorräte auf den niedrigsten Stand seit 25 Jahren, dennoch werden Weizen oder Mais zunehmend zu Ethanol gewandelt und verfeuert.

Nicht ohne Grund schrieben Anfang Januar hunderte südamerikanische Nichtregierungsorganisationen einen offenen Brief an die Europäische Kommission, in dem sie die massiven ökologischen und sozialen Umwälzungen durch den drastisch ausgeweiteten Energiepflanzenanbau auf ihrem Kontinent anmahnen. Zugleich riefen amerikanische und europäische Naturschützer die EU zu einem Biosprit-Moratorium auf, bis sichergestellt werden kann, dass dessen Quellen eindeutig nachhaltig sind und nicht lokale, regionale oder globale Umweltprobleme verschärfen. Ohne Erfolg, denn in ihrem Strategiepapier will die Gemeinschaft alle Biokraftstoffe für ihr Zehn-Prozent-Ziel gelten lassen - gleich woher sie stammen und wie sie gewonnen wurden. Eine verpflichtende Zertifizierung wurde abgelehnt und nur Absichtserklärungen abgegeben, dass man "nachhaltige" Biokraftstoffe fördern wolle. Ihr Ziel, den Klimawandel auf diese Weise zu bremsen, wird die EU damit verfehlen und stattdessen die Emissionen einfach nur in den Süden verlagern. Brasilianische oder indonesische Investoren warteten wahrscheinlich auf diese Entscheidung, um noch mehr Wälder in Agrarland zu verwandeln.

Gleichzeitig setzt Europa damit ein Zeichen für Automobilindustrie und Bürger, dass die bisherige Mobilität auch in Zukunft wie bisher gehandhabt werden könnte. Die Entwicklung tatsächlich innovativer und deutlich effizienterer sauberer Antriebstechnologien wie Hybrid- oder gar Wasserstoffmotoren fördert man so mit Sicherheit nicht. Doch hier auf diesen Zukunftsmärkten muss die EU massiv tätig werden, statt den Teufel Erderwärmung mit dem Beelzebub Biodiesel vergeblich austreiben zu wollen.



Um Europas Energiehunger zu stillen, werden Indonesiens Regenwälder für Ölpalmlantagen gerodet. Die dafür gelegten Feuer heizen den Klimawandel an, legen Smog über Südostasien und vernichten den Lebensraum seltener Arten wie des Orang-Utans oder der Sumatra-Nashörner.  
© Watch Indonesia



Indonesien plant die Ausweitung seiner Ölpalmlantagen um 6,5 Millionen Hektar - Flächen, die eigentlich nur noch in den restlichen Regenwäldern Borneos oder Papuas zu finden sind.  
© Watch Indonesia

## Frage

**Was passierte am 22. Januar 1943 in Spearfish, South Dakota?**

- a) Absturz eines Meteoriten
- b) Schnellster je gemessener Temperaturanstieg
- c) Fund des größten Goldnuggets aller Zeiten
- d) Entdeckung des ersten kompletten *T.-rex*-Skeletts

## Antwort:

An diesem Tag maßen Meteorologen den bislang **schnellsten bekannten Temperaturanstieg**.

## Erklärung:

Spearfish ist - mit Verlaub - ein kleines, unspektakuläres Nest, das in den schier unendlichen Weiten der nordamerikanischen Prärie im US-Bundesstaat Süd-Dakota liegt. Immerhin sind es von dort nur wenige Kilometer bis zum geografischen Zentrum der Vereinigten Staaten, berücksichtigt man bei dieser Einteilung auch Alaska und die Hawaii-Inseln. Ein bemerkenswerter Rekord zeichnet das Städtchen allerdings aus: Nirgendwo sonst maß man bis heute einen ähnlichen **schnellen Temperaturanstieg** wie dort.

Innerhalb von nur zwei Minuten schossen damals am 22. Januar 1943 um 7.30 Uhr die Quecksilbersäulen der Thermometer von minus 20 auf 8,3 Grad Celsius in die Höhe - verursacht durch einen warmen Fallwind namens Chinook, einem Verwandten unseres alpenländischen Föhns. Seine Entstehung läuft ähnlich ab: Treffen regenschwere Tiefs aus dem Nordpazifik von Westen her an die Rocky Mountains, werden die Luftmassen von der natürlichen Barriere zum Aufstieg gezwungen. Währenddessen kühlt sich die Strömung anfänglich pro hundert Höhenmeter um rund ein Grad Celsius ab, bis ihre Feuchtigkeit kondensiert. Anschließend sinkt diese Rate auf 0,5 Grad Celsius, doch bilden sich weiterhin zunehmend dichte Wolken, aus denen schließlich Regen oder Schnee fällt.

Überschreitet das Druckgebilde schließlich die Kammlinie des Gebirgszuges, hat es beträchtlich Feuchtigkeit verloren, wenn es mit dem Abstieg beginnt. Trockene Luft erwärmt sich jedoch wieder um ein ganzes Grad Celsius pro hundert Höhenmeter: Ist sie beispielsweise am Gipfel in 3050 Metern Höhe noch minus 22 Grad kalt, erreicht sie im Tal auf 1300 Meter über dem Meer schon wieder "milde" fünf Grad unter Null.

Je tiefer die Luft abströmt, desto stärker erwärmt sie sich schließlich. Und da die Rockies im Schnitt höher sind als die Alpen, fällt hier der Föhn auch wärmer aus. Der Sprung um knapp dreißig Grad Celsius in Spearfish ist deshalb zwar der schnellste, aber bei weitem nicht der gößte. Vom 14. auf den 15. Januar 1972 erlebten die Einwohner von Loma in Montana eine klimatische Achterbahnfahrt ohnegleichen, als ihre Thermometer zum Abendessen noch klirrende minus 47 Grad Celsius anzeigten, während sie das Frühstück bei angenehmen plus 9 Grad einnehmen konnten.

Das Tückische am winterlichen Chinook ist jedoch seine Unbeständigkeit, denn sobald die Fallwinde aussetzen, stürzen die Temperaturen wieder in den Eiskeller. Spearfish erfreute sich an jenem Januartag bis gegen 9 Uhr morgens noch an einem weiteren Anstieg auf 12 Grad Celsius, aber dann erstarrte der Föhn. Binnen 27 Minuten konnten sich die ursprünglich vorherrschenden arktischen Luftmassen wieder durchsetzen und die Quecksilbersäulen fielen nun um 32 Kelvin hinab zum morgendlichen Ausgangspunkt. Allen unbekanntem weiteren Annehmlichkeiten von Spearfish zum Trotz: Für wetterfähige Menschen ist diese Gegend wohl definitiv kein adäquater Urlaubsort.

**Daniel Lingenhöhl**



## Die Wende ist machbar

"Wir Wettermacher", so heißt das neueste Buch des australischen Biologen, Umweltschützers und Bestseller-Autors populärer Sachbücher Tim Flannery. Allein schon der Titel dürfte Kritiker des menschengemachten Treibhauseffekts auf den Plan rufen, schließlich könne doch der Mensch gar nicht das Klima verändern und hätte damit auch nur sehr begrenzten Einfluss auf das Wettergeschehen - sieht man einmal von russischen Piloten ab, die Wolken mit Silberjodid bombardieren, um Militärparaden nicht ins Wasser fallen zu lassen.

Abgesehen von sehr wenigen Ausnahmen besteht in der Wissenschaft allerdings Konsens, dass dem aber gerade nicht so ist und der Mensch tatsächlich durch das gedankenlose Verfeuern fossiler Brennstoffe Einfluss auf unser Klima nimmt. Die Ablehnung dieser anhand von unzähligen Berechnungen, Modellen, Beobachtungen und Messungen erbrachten und fundierten Aussagen der Klimaforscher, Geowissenschaftler und Biologen ist eher unter bestimmten Politikern verbreitet, die Angst haben, ihren Wählern oder der Wirtschaft zu viele Belastungen zumuten zu müssen. In diese Front der Negierung reißen sich zudem Interessensvertreter von Energie-, Bergbau- oder Automobilunternehmen ein, die sich natürlich zuerst den monetären Belangen der eigenen Klientel verpflichtet fühlen.

Dazwischen steht dann die große Mehrheit der Erdenbürger, die nun nicht wissen, ob sie eher den Forschern und ihren begründeten klimatologischen Schreckensszenarien glauben sollen, oder eher gewissen Politikern, die beschwichtigen, es werde ja alles gar nicht so schlimm kommen. Genau an diese große Mehrheit der Bevölkerung wendet sich nun Flannerys eindruckliche Warnung, der das große persönliche Engagement anzumerken ist.

Auf über 300 leicht zu lesenden und geradezu fesselnden Seiten breitet der Autor das gegenwärtige Wissen über den globalen Klimawandel aus und skizziert pointiert - um nicht zu sagen entlarvend - die Gegner einer alternativen Energie- und damit Klimapolitik. Er zeigt potenzielle und teilweise leicht von jedem umzusetzende Lösungsmöglichkeiten auf und scheut dabei auch den Blick die Zukunft nicht, deren Schicksal wir heute bereits in der Hand haben: alles untermauert von mehreren hundert Literaturzitate, die zumeist aus renommierten Fachmagazinen stammen.

Der erste Teil des Buchs beschreibt allgemein verständlich die Entwicklung des Erdklimas, was die so genannte Atmosphäre und ihre gasigen Bestandteile sind und mit welchen Methoden die Forschung das Klima der Vergangenheit entschlüsselt. Natürlich darf die Entstehungsgeschichte der riesigen Kohlenstoff-Lagerstätten der Erde nicht fehlen und wie der Mensch begann, sich diese zu Nutzen zu machen. Der interessanteste Abschnitt ist hier die Diskussion, ob die Menschheit nicht bereits vor 8000 Jahren begonnen hat, auf das Klima einzuwirken: in dem sie begann, die Wälder zu roden und Reisfelder anzulegen, denen das hoch wirksame Methan entströmt.

Anschließend folgt das Kapitel über die Welt von heute: Ausgehend auch von eigenen, unerfreulichen Beobachtungen auf Neuguinea - wo wie andernorts die Gletscher des Hochgebirges schmelzen - beschreibt Flannery, wie Flora, Fauna und auch schon der Mensch weltweit unter steigenden Temperaturen und chaotischeren Wetterverhältnissen zu leiden haben: Ob nun attraktive Goldkröten in Costa Rica aussterben, sich das Meereis an den Polen zurückzieht, glibbrige Salpen den Kälte liebenden Krill in der Antarktis verdrängen, Korallenriffe in aufgeheizten Ozeanen ausbleichen, deren warmes Wasser zunehmend monströse Stürme befeuert - stets haben steigende Durchschnittstemperaturen einen großen Anteil daran.

Diese Ergebnisse passen zunehmend in die Modellierungen der Klimatologen, denen sich der dritte Abschnitt zuwendet. Der Autor erklärt wiederum leicht nachvollziehbar, wie diese Berechnungen funktionieren, wie viel Feinarbeit nötig war, um sie auf den heutigen Stand zu bringen und dass sie natürlich immer noch nicht perfekt sind. Trotzdem erbringen sie immer neue und immer präzisere Ergebnisse, deren Voraussagen mittlerweile auf dem Planeten Tag für Tag tatsächlich eintreten: Von wandernden Arten bis zu versauernden Ozeanen und von heftigeren Stürmen bis zur Abschwächung des Golfstroms - schon die gegenwärtige Zivilisation stellt dies vor teils gewaltige Herausforderungen.

Nun folgt der wohl absurdeste, amüsanteste, aber auch erschreckendste Teil von "Wir Wettermacher", in dem Flannery all die Schwierigkeiten auflistet, die Wissenschaftler überwinden müssen, um sich Gehör zu verschaffen - so wie einst Paul Crutzen und seine Kollegen, die vor dem Ozonabbau durch FCKW warnten. Flannery führt das Beispiel aber auch an, weil das 1987 verabschiedete Montreal-Abkommen zur Verbannung der FCKW das erste wirklich globale Vertragswerk zum Schutze der Atmosphäre war. Geradezu skurril wird es, wenn der Autor hier die Widerstände von Energieriesen und Bergbaugiganten aufzählt, die sich dem Kampf gegen das Kyoto-Protokoll mit teils mehr als abstrusen Argumenten verschworen haben.

Aber Flannerys Buch ist weit davon entfernt, nur Endzeitszenarien zu skizzieren, in denen uneinsichtige Politiker und Wirtschaftsbosse rücksichtslos die Umwelt dem schnöden Mammon opfern. Nein: Er zeigt auch viele Lösungsmöglichkeiten für das größte Problem der Menschheitsgeschichte - so der Autor - in den nächsten

Tim Flannery

**Wir Wettermacher**

FISCHER (S.), FRANKFURT

ISBN: 310021109x



Dieses Buch können Sie im [Science-Shop](#) für **19,90** € (D), **20,50** € (A) kaufen.

»

### 5x5-Bewertung

Inhalt	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Vermittlung	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Verständlichkeit	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Lesespaß	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Preis-Leistung	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Expertenwertung	<b>22</b>

Jahrzehnten. Abgewägt werden allerlei Optionen von der Versenkung des Kohlendioxids in den Tiefen der Ozeane, die Atomkraft, die Wasserstoff-Technologie bis zu wahrlich noch utopisch klingenden Varianten wie Autos mit Druckluftantrieb - wie immer alles belegt an Beispielen aus allen Teilen der Welt. Die Kernaussage: Saubere Energie ist möglich, sie schadet der Wirtschaft nicht, ist zum Wohle unserer Kinder und Enkel und jeder kann schon heute seinen Beitrag dazu leisten.

Das Buch ist das beste Beispiel: Es wurde treibhausgasneutral hergestellt, denn die bei Produktion und Vertrieb anfallenden Emissionen sollen durch ein TÜV-zertifiziertes Projekt an anderer Stelle wieder ausgeglichen werden. Auch hier ist also ein Anfang bereits gemacht.

Daniel Lingenhöhl

Der Rezensent ist promovierter Geograf und freier Wissenschaftsjournalist in Heidelberg